

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 74 29864

(54) Éléments dentés d'accouplement, notamment de roues de turbines, et leur procédé de taillage.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). **B 23 F 15/06.**

(22) Date de dépôt 2 septembre 1974, à 16 h 15 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le
21 septembre 1973, n. 399.660 au nom de Meriwether L. Baxter, Jr.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 16 du 18-4-1975.

(71) Déposant : Société dite : THE GLEASON WORKS, résidant aux États-Unis d'Amérique.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Simonnot, Rinuy, Santarelli.

L'invention concerne un type spécial d'accouplement à faces dentées dans lequel les dents d'un élément sont bombées, c'est-à-dire convexes longitudinalement sur les deux côtés de contact, tandis que les dents de l'élément complémentaire ont la forme d'un sablier, c'est-à-dire qu'elles sont concaves longitudinalement sur les deux côtés de contact. Un tel accouplement a été décrit pour la première fois dans les brevets français n° 913 247 et n° 913 296 et, plus spécialement, l'invention concerne un perfectionnement de cet accouplement connu qui permet en particulier de le réaliser et de l'utiliser dans la construction de certaines pièces telles que des roues de turbines à bandage pour lesquelles il n'est pas possible de mettre en oeuvre les procédés connus de conception et de réalisation des dents.

L'accouplement antérieur susmentionné a été beaucoup utilisé pendant de nombreuses années, en particulier dans l'industrie aéronautique, pour relier les rotors discoïdaux séparés du compresseur et de la turbine de turbo-réacteur. Dans une telle application, un accouplement de ce type assure une liaison de centrage et d'entraînement très précise et est obtenu par un procédé de production relativement rapide qui finit simultanément les deux côtés des dents, les surfaces des entre-dents correspondants et les chanfreins des bords supérieurs, habituellement par meulage au moyen d'une meule en forme de cuvette (c'est-à-dire de type à surfacer). Au cours des dernières années, le même accouplement a été utilisé dans des mécanismes diviseurs de machines-outils, en grandes dimensions dans de grandes turbines à gaz fixes et dans d'autres applications. Les accouplements peuvent être réalisés par les mêmes procédés connus en utilisant une fraise présentant des lames de dimension et de forme correctes pour balayer les mêmes surfaces de révolution que le contour de la meule. Ci-après, l'expression "couteau ou outil de coupe" sera utilisée d'une façon générale pour désigner une fraise à lames ou une meule et l'expression "bords de coupe" désignera également soit le profil de coupe des lames soit le profil d'une meule.

Dans le procédé connu, tel que celui décrit d'une façon générale dans les brevets précités, deux côtés espacés des dents, leurs bords supérieurs arrondis ou chanfreins, leurs congés inférieurs et au moins la moitié de l'entre-dents ou
5 espace intermédiaire adjacent sont taillés simultanément. Les sommets des dents et les fonds des entre-dents se trouvent couramment dans des plans parallèles essentiellement plats de rotation de l'accouplement, bien que dans certaines formes de réalisation dans lesquelles on utilise des couteaux inclinés
10 pour obtenir de plus longues dents avec des intersections arrondies entre les entre-dents et les côtés, les entre-dents ont la forme de deux surfaces de révolution planes légèrement coniques. Lors du processus de fabrication le plus courant, l'axe du couteau est sensiblement parallèle à l'axe de la pièce et d'une façon générale les côtés des dents sont des surfaces de révolution coniques dont les éléments rectilignes sont inclinés par rapport à l'axe de la pièce et coïncident avec des éléments coniques de la surface de la meule ou avec ceux de la surface balayée par la rotation des bords de coupe rectilignes se trouvant dans le plan axial du couteau. Ainsi, les
15 éléments coniques sont inclinés par rapport à l'axe du couteau d'un angle égal à l'angle de pression normale des dents.

En mettant en oeuvre la conception et le procédé décrits ci-dessus, il se pose un problème si les dents d'accouplement doivent être taillées dans une pièce comportant une
25 partie solidaire en saillie telle que le bandage d'une turbine, c'est-à-dire une partie annulaire en saillie de plus grand diamètre que les dents d'accouplement et faisant saillie axialement par rapport à la pièce d'accouplement au-dessus du "plan" des entre-dents. A moins que cette saillie soit d'un diamètre si grand qu'elle dégage toute la périphérie du couteau, les encoches du couteau ou d'autres parties de ce dernier peuvent entamer nuisiblement la saillie au cours du processus de taillage des dents d'accouplement.

35 Il a été proposé antérieurement une solution à ce problème pour les cas où une telle saillie n'est solidaire que

d'un seul élément, les dents d'accouplement étant taillées en orientant le couteau par rapport à la pièce de manière que, lorsque la pièce est indexée, le couteau soit incliné dans des plans axiaux successifs de la pièce dans la direction permettant de tailler plus profondément dans l'entre-dents à l'extrémité interne qu'à l'extrémité externe des dents de la pièce. Ceci permet aux extrémités des lames du couteau de parcourir un cercle qui est à l'écart de la partie en saillie de la pièce. Toutefois, cette inclinaison du couteau exige que, lors de la taille de l'élément complémentaire, le couteau soit incliné d'une quantité sensiblement égale dans le sens opposé par rapport à sa pièce. Cela signifie une inclinaison dans un sens susceptible de provoquer une coupe plus profonde au talon qu'au bout. Cette inclinaison est nécessaire pour produire des surfaces complémentaires ou sensiblement complémentaires sur les éléments d'accouplement lorsque les surfaces dentées sont des surfaces de révolution coniques. Par conséquent, lorsqu'on utilise cette solution antérieure, l'élément complémentaire doit être conçu non seulement sans la partie annulaire en saillie décrite plus haut, mais il doit être tel que la région située en dehors de la zone dentée soit dégagée au-dessous de la racine des dents, car les extrémités des lames parcourent un cercle qui pénètre plus profondément dans cette région de la pièce. Fréquemment, ceci nuit gravement à la réalisation de la pièce et est totalement inacceptable à cause des limitations imposées à la conception de la pièce.

Lorsque des saillies telles que des bagues d'étanchéité ou des bandages sont souhaitables ou nécessaires pour la réalisation des deux pièces complémentaires, jusqu'à présent, le seul moyen était d'accepter l'évidement ou la mutilation des surfaces annulaires en saillie par l'outil de coupe, si l'on désirait obtenir des dents d'accouplement de cette forme spéciale très souhaitable au moyen du simple procédé de fabrication utilisant des meules ou couteaux à côtés droits pour tailler les dents dont les surfaces de contact sont des surfaces de révolution essentiellement coniques. Il a été proposé

récemment une solution à ce problème posé par l'évidement qui consiste à utiliser une bague d'étanchéité séparée dans l'ensemble dans le but de couvrir les encoches engendrées par les couteaux.

- 5 La présente invention est un perfectionnement du procédé de taillage décrit ci-dessus et concerne un accouplement de conception nouvelle qui conserve le principe fondamental des dents qui sont longitudinalement convexes le long des deux côtés de contact d'un élément et concaves sur l'autre élément
- 10 comme dans la forme de réalisation fondamentale décrite. Chaque nouvel élément d'accouplement peut être encore taillé en faisant tourner un outil de coupe du type à surfacer sur son axe et sur la face de la pièce, de manière que l'outil agisse en deux points espacés de la zone des dents de la pièce et
- 15 taille des parties des côtés opposés de deux dents espacées de l'élément d'accouplement, puis la pièce et l'outil peuvent être mis en rotation l'un par rapport à l'autre autour de l'axe de la pièce pour l'indexage, l'axe de l'outil se trouvant toujours dans une succession de plans axiaux de la pièce. Cette
- 20 technique de taillage des dents réalise deux éléments d'accouplement dont chacun présente des dents dont les côtés opposés sont longitudinalement curvilignes d'une extrémité à l'autre, les centres de la courbure longitudinale des côtés opposés de chaque dent de chaque élément se trouvant respectivement sur
- 25 les côtés opposés de la dent. Ces caractéristiques identifient le procédé et les éléments d'accouplement de l'invention comme étant tirés du procédé de taillage et de la conception des dents de la technique antérieure déjà décrite.

- Les principales caractéristiques du perfectionnement du
- 30 procédé de l'invention sont l'utilisation d'outils de coupe qui, en taillant les deux éléments, (1) balaient des surfaces de révolution qui sont curvilignes plutôt que rectilignes dans un plan axial du couteau et qui (2) sont inclinés par rapport à l'axe de la pièce, la direction de l'inclinaison respective
- 35 de l'outil pour tailler chaque élément étant telle que la coupe est plus profonde dans la pièce à l'extrémité interne qu'à

l'extrémité externe. Chacun des éléments d'accouplement présente une courbure en profondeur en plus de la courbure longitudinale susmentionnée et les entre-dents sont concaves dans le sens longitudinal.

- 5 Dans la forme de réalisation la plus simple de l'invention, on envisage d'utiliser des couteaux sphériques, les surfaces de travail d'un élément étant taillées sous forme de surfaces convexes et les surfaces de l'autre élément sous forme de surfaces concaves, ces deux types de surfaces ayant le même rayon sphérique. Naturellement, ceci donne des surfaces de dents parfaitement complémentaires. Il est possible de modifier les rayons de courbure et d'utiliser des couteaux qui ne sont pas parfaitement sphériques pour former des surfaces de dents qui sont légèrement désajustées en profondeur et/ou longitudinalement, comme voulu.

- 10 Comme le savent les spécialistes, pour la conception d'un accouplement antérieur présentant des surfaces dentées réalisées sous forme de surfaces de révolution coniques (c'est-à-dire des surfaces qui sont rectilignes dans un plan axial du couteau), il n'est possible d'obtenir des surfaces de dents parfaitement complémentaires ou désajustées d'une manière réglée que lorsque (les deux éléments d'accouplement étant en prise) leurs axes d'outils correspondants soit coïncident, soit tournent autour de l'axe d'accouplement en relation parallèle.
- 20 Si les deux éléments d'accouplement comportent des bandages ou autres saillies solidaires, les directions nécessaires d'inclinaison des couteaux, lorsqu'on essaie de tailler des surfaces coniques classiques, donnent des éléments coniques qui se croisent avec une grave interférence des surfaces des dents.
- 25 La présente invention évite une telle interférence en utilisant des couteaux sphériques ou sphériques modifiés qui peuvent être inclinés de manière à tailler dans la pièce à l'extrémité interne de l'entre-dents des deux éléments aussi profondément que cela est nécessaire pour dégager les saillies tout en maintenant des surfaces de dents en prise parfaitement ajustées ou
- 30 désajustées d'une manière réglée.
- 35

profils des dents tournés dans le plan du dessin.

Les figures 1, 2 et 3 représentent deux éléments d'accouplement 2, 4 selon l'invention, chaque élément faisant partie intégrante d'une paire de roues adjacentes 6, 8 de turbine. Les roues et les éléments d'accouplement sont symétriques autour d'un axe 10. Chaque roue de turbine comporte un bandage ou saillie annulaire d'étanchéité 12, 14 qui se prolonge de manière que son extrémité 16, 18 coïncide pratiquement dans le sens axial avec le plan primitif d'accouplement 20. Le plan primitif est le plan commun de rotation qui, dans la forme de réalisation représentée, est destiné à correspondre à la profondeur moyenne de fonctionnement des dents d'accouplement. Des couteaux 22, 24 sont représentés en pointillé et comportent respectivement des lames externes et internes qui balaient des surfaces de révolution sphériques ou presque sphériques ayant sensiblement les mêmes rayons de courbure 26 et 28. Les lames de coupe internes de la figure 2 et les lames de coupe externes de la figure 3 peuvent être curvilignes ou rectilignes, comme voulu, étant donné qu'elles ne constituent que des lames de dégrossissage.

Il convient de noter que chaque axe des couteaux 30, 32 est incliné par rapport à l'axe de sa pièce respective dans des plans axiaux de cette dernière et chacun dans une direction telle qu'il taille plus profondément l'extrémité interne ou bout de l'entre-dents que l'extrémité externe ou talon.

L'inclinaison est suffisante pour que les extrémités des lames s'écartent des extrémités 16 et 18 des saillies annulaires aux points P_{CP} qui correspondent approximativement aux points de croisement des cercles décrits par les extrémités des couteaux et des cercles intérieurs des extrémités des saillies. L'inclinaison nécessaire peut être facilement estimée d'après un traçage de repères après l'établissement des proportions fondamentales provisoires de l'accouplement et des couteaux selon une technique connue, et l'inclinaison estimée peut être vérifiée pour s'assurer du vide au fond des entre-dents à la fin de la réalisation, en se basant sur les explications supplémentaires qui suivent.

COPY

L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemple nullement limitatif et sur lesquels :

la figure 1 est une vue avec arrachement partiel, de
5 deux disques de turbine réunis par l'accouplement de l'invention et dont chacun comporte une saillie annulaire d'étanchéité massive qui touche ou touche presque l'autre ;

les figures 2 et 3 représentent des coupes axiales
partielles des deux disques adjacents de la turbine de la fi-
10 gure 1 comportant la saillie annulaire d'étanchéité et les dents d'accouplement de l'invention qui présentent des entre-dents inclinés permettant au couteau de rester à l'écart des saillies, les couteaux étant représentés en pointillé et les disques étant séparés axialement pour plus de clarté ;

15 les figures 4 et 5 sont respectivement analogues aux figures 1 et 3 mais représentent l'accouplement antérieur dont la réalisation se traduit par un évidement ou encochage des saillies annulaires externes d'étanchéité ;

la figure 6 est une coupe partielle montrant schémati-
20 quement l'accouplement dans un plan de rotation à la profondeur moyenne de fonctionnement des dents d'accouplement et en regardant en direction des dents de l'élément présentant une courbure convexe dans le sens longitudinal ; les dents d'accouplement sont représentées à l'intérieur du cercle décrit
25 par l'outil à une position d'indexage ; il est également représenté un segment de la saillie annulaire ;

la figure 7 est une vue d'un plan perpendiculaire à la ligne \overline{OP} de la figure 6 et montre partiellement deux dents d'accouplement en prise ;

30 la figure 8 représente deux couteaux dans un plan axial de l'accouplement contenant la ligne \overline{OC} de la figure 6 et contenant également les axes inclinés des couteaux de l'invention ; il s'agit d'un plan axial commun à la pièce et aux deux couteaux ; et

35 la figure 9 est une vue dans un plan axial de l'accouplement contenant la ligne \overline{OP} de la figure 6 et montrant les

COPY

En utilisant des couteaux à lames incurvées ou des meules incurvées pour tailler les nouveaux éléments d'accouplement, il convient de noter que le degré d'inclinaison de l'outil par rapport à la pièce à usiner n'est pas nécessairement le même pour les deux éléments, pour autant que les angles de pression soient correctement adaptés. Ceci constitue une caractéristique supplémentaire du nouveau procédé qui peut être particulièrement intéressante dans certains cas où les saillies que doivent éviter les outils de coupe ne soient pas identiques sur les deux pièces par rapport à l'élément d'accouplement.

La figure 4 représente deux éléments d'accouplement 34, 36 dans une application identique à celle de l'invention représentée sur la figure 1, et la figure 5 peut être comparée avec la figure 3 montrant un élément et son couteau. L'accouplement des figures 4 et 5 est celui couramment utilisé dans la technique antérieure et décrit ci-dessus. De même que les roues de turbine adjacentes 6, 8 de la figure 1, il convient de noter que les roues 38, 40 des figures 4 et 5 comportent des bandages ou saillies annulaires d'étanchéité 42, 44 solidaires des dents d'accouplement et qui se prolongent axialement de manière à coïncider virtuellement avec le plan primitif d'accouplement 46. Etant donné que les surfaces du fond de la denture de chacun des éléments d'accouplement se trouvent sensiblement dans des plans de rotation plats, les extrémités des outils de coupe se trouvent vraisemblablement dans ces plans lorsqu'ils sont en contact avec la pièce à la profondeur maximale des espaces intermédiaires compris entre les dents d'accouplement. Etant donné que les diamètres des outils sont très voisins de ceux indiqués sur les figures 2 et 3, comme expliqué ci-dessus et plus précisément dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 356 339, il en résulte un découpage d'encoches 47, 49 dans les extrémités des saillies 42, 44.

Les figures 6 à 9 représentent des dessins d'exécution qui montrent plus en détail le nouveau processus d'orientation des couteaux sphériques pour les deux pièces constituant les

éléments d'accouplement et les nouveaux profils des dents de la paire d'éléments d'accouplement.

La figure 6 représente une coupe partielle de l'accouplement dans un plan de rotation à la profondeur moyenne de fonctionnement. On le désigne par plan primitif. La vue représente la face de l'élément présentant des dents à surfaces convexes dont la coupe de finition est effectuée par les lames internes. Le point O représente l'axe de l'accouplement. Les points P et P' sont des points générateurs moyens. Le point C représente l'axe d'un couteau pour une partie désignée d'une manière classique et bien connue et la ligne r ou \overline{PC} représente le rayon d'un tel couteau dans le plan primitif. L'arc circulaire c est la courbe dans le plan primitif qui serait tracée par un tel couteau. La ligne A ou \overline{OP} est le rayon moyen du cercle primitif de l'accouplement. Les lignes \overline{OP} et \overline{PC} sont perpendiculaires. Ce dessin d'exécution représente une base pour la forme de réalisation modifiée de l'invention comme on le verra sur les figures 7 à 9. La nouvelle forme des dents, qui est représentée sur cette figure, serait en réalité légèrement elliptique au lieu de suivre un arc circulaire et l'ellipse passerait par les points P et P'. Le segment 50 représente une partie du bandage annulaire en saillie dont la surface supérieure se trouve sensiblement dans le plan primitif, dans la forme de réalisation décrite. Le point P_{CP} de la saillie représente approximativement le point où le couteau entaillerait la surface supérieure de la saillie annulaire s'il n'était pas incliné.

La figure 7 représente le plan normal des dents passant par le point P, montrant des fragments des dents en contact de l'élément W_x à dents convexes et de l'élément W_y à dents concaves. Sur cette figure, la ligne \overline{PC} représente le plan primitif et l'angle ϕ est l'angle normal de pression au point P. La ligne X_0 représente l'axe du couteau imaginaire de la forme de réalisation fondamentale de la technique classique, tandis que la ligne r_N ou \overline{PC}_N correspond à la longueur réelle du rayon normal de courbure des surfaces ou flancs des dents de

l'invention qui sont considérés comme faisant partie de la hauteur des dents sur l'arc circulaire c sur cette figure. Le point C_N se trouve sur l'axe X_0 du couteau qui est représenté par le point C sur la figure 6, couteau qui correspond à une

5 partie désignée d'une manière classique et bien connue. La ligne X_1 et le point X_{1P} sont respectivement les projections sur cette figure de l'axe réel du couteau sphérique à utiliser dans l'invention pour tailler l'élément à dents convexes et l'intersection de cet axe avec le plan primitif. L'axe X_1 passe

10 se par le point C_N et sa position est déterminée directement en se référant à la figure 8. Les quantités b_x et b_v correspondant à des parties de la hauteur de la dent, se trouvent dans le plan de la figure 7 et représentent les creux des éléments à dents convexes et à dents concaves sur le rayon A de

15 l'accouplement (voir figure 6). Elles sont identiques dans la forme de réalisation représentée.

La figure 8 représente le plan axial de l'accouplement contenant la ligne \overline{OC} de la figure 6. Cette figure 8 représente l'axe X_0 de l'accouplement et la projection du point P

20 se trouvant sur la ligne \overline{OC} représentant à nouveau le plan primitif sur cette figure. Les quantités b_x et b_v sont représentées comme étant mesurées perpendiculairement au plan primitif à partir du point P et se terminant aux points 54 et 52 respectivement. Le point P_{CP} est représenté sur la ligne \overline{OC} pour plus

25 de commodité, étant donné qu'on sait que, dans cette forme de réalisation, les sommets des saillies annulaires 50 coïncident pratiquement avec le plan primitif. Le rayon de courbure sphérique r_N est représenté avec le point C_N comme centre. Les profils des bords de coupe des deux couteaux T_1 et T_2 sont

30 présentés. Les largeurs des pointes E_1 et E_2 sont légèrement plus grandes que la moitié de la largeur des entre-dents à l'endroit le plus étroit. Les angles d'inclinaison des pointes des outils peuvent être ajustés par calcul pour obtenir des fonds plats dans le sens de la largeur des entre-dents ou

35 pour obtenir un fond légèrement galbé ou bombé dans le sens de la largeur. Les lignes passant par les points 52 et 54 et le

point de séparation P_{CP} sur les côtés opposés du plan primitif déterminent le degré minimal d'inclinaison de l'axe d'un outil qui est nécessaire pour permettre à l'outil de coupe T_1 ou T_2 de s'écarter des saillies annulaires 50.

5 En raison de la position des extrémités de la saillie annulaire dans cette forme de réalisation, il convient de noter que les angles d'inclinaison i_1 et i_2 des outils peuvent être égaux ou presque égaux. Naturellement, il n'est pas indispensable que ces angles soient égaux, à condition que le
10 rayon de courbure r_N soit préservé, si l'on désire un ajustement parfait dans le sens longitudinal des dents, et si les centres de courbure des deux couteaux coïncident en C_N . Les angles des lames des outils de coupe, au point générateur P, dépendent des angles d'inclinaison choisis.

15 Si l'on désire produire un désajustement des flancs des dents entre les deux éléments, on peut le réaliser d'une manière fondamentalement identique à celle utilisée avec l'accouplement classique de ce type spécial comportant des flancs coniques et, compte tenu du principe du nouvel ajustement par-
20 fait décrit dans le présent mémoire, le mode de réalisation et ses variantes seront évidents pour les spécialistes.

Par exemple, pour obtenir un désajustement de la courbure à la fois longitudinale et du profil d'une valeur numérique égale, l'élément à dents convexes doit être taillé au moyen
25 d'un outil balayant une surface sphérique plus petite et enveloppant un plus petit nombre de dents dans la zone de coupe, comme indiqué en pointillé sur la figure 6. Une nouvelle ligne de symétrie dans la zone de coupe est désignée par \overline{OC}'_N sur la figure 6, la courbe du tracé de coupe passant par P et P". Sur
30 la figure 7, le nouveau centre de courbure C'_N se trouve dans le plan du dessin sur la perpendiculaire initiale des flancs des dents. \overline{PC}'_N est le nouveau rayon de courbure sphérique pour la courbe des dents convexes désajustées. L'axe du nouvel outil de coupe destiné à tailler l'élément à dents convexes
35 désajustées passe par le point C'_N et se trouve dans le plan perpendiculaire au plan de la figure 6 et contenant la ligne

\overline{OC}'_N . En faisant tourner toute la forme de réalisation de la figure 6 d'un angle γ autour du point O, la ligne \overline{OC}'_N de cette figure est placée en coïncidence avec la position initiale de la ligne \overline{OC} . La projection de la figure 6 sur la figure 8 des points C'_N , P_1 , P'_{CP1} et du tracé avec C'_N comme centre de l'arc du rayon de courbure \overline{PC}'_N de la figure 7 permet à nouveau d'établir l'inclinaison approximative du nouvel axe x_1 de l'outil qui est nécessaire pour éviter la saillie annulaire 50.

10 Il est évident que le degré de désajustement du profil peut être établi indépendamment du désajustement longitudinal en plaçant les centres relatifs de la courbure de l'outil dans le sens de la profondeur sur la perpendiculaire des flancs aux points choisis se trouvant à des distances respectives nécessaires du point P. Naturellement, ces centres ne se trouvent pas obligatoirement sur les axes des couteaux. Par exemple, dans le cas le plus extrême, le centre de courbure dans le sens de la profondeur pour que le couteau balaie la surface concave des dents peut se trouver à une distance infinie du point P, en donnant au flanc de la dent une forme sensiblement rectiligne dans le sens de la profondeur et en permettant ainsi d'utiliser des bords de coupe droits sur le couteau destiné à tailler cet élément.

25 La figure 9 est une vue d'un plan axial de l'accouplement contenant la ligne \overline{OP} de la figure 6 et montrant les profils des dents tournés dans le plan de la figure. La surface du cordon supérieur de l'un ou l'autre élément peut constituer un plan de rotation plat sur un élément ou les deux ou bien il peut constituer une surface conique généralement parallèle à l'un ou l'autre des angles des creux et aux points générateurs. Ces angles peuvent être calculés de la manière suivante:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\sin \alpha \operatorname{tg} i}{1 - \operatorname{tg} \phi \cos \alpha \operatorname{tg} i}$$

35 où $\alpha = \operatorname{tg}^{-1} \frac{A}{r}$

i = angle d'inclinaison du couteau par rapport à l'axe de la pièce

ϕ = angle de pression dans le plan primitif normal au point générateur P.

Les courbes R_1 , R_2 des fonds de dentures peuvent être facilement trouvées par une étude du tracé.

- 5 Les chanfreins aux angles supérieurs des dents peuvent être taillés comme des surfaces de révolution simultanément à la taille des flancs correspondants des dents en réalisant convenablement le couteau ou l'habillage de la meule d'une manière bien connue. Ceci est le mode général de fabrication de l'accouplement connu du type fondamental qui est à la base de l'invention.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées à l'accouplement décrit sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé de taillage des dents de chaque élément d'un accouplement, qui consiste à tailler les dents dans une pièce en faisant tourner un outil de coupe du type à surfacer
5 autour de son axe sur la face de la pièce de manière que le trajet de coupe de l'outil passe par deux points espacés dans la zone des dents de la pièce pour former des parties des côtés opposés de deux dents espacées de l'élément d'accouplement désiré, puis à provoquer une rotation relative de l'outil et
10 de la pièce autour de l'axe de cette dernière pour indexer ladite pièce, et à alterner les opérations de coupe et d'indexage, en disposant l'axe de l'outil dans des plans axiaux successifs de la pièce jusqu'à ce que toutes les dents aient été taillées, procédé caractérisé en ce que les étapes de coupe
15 comprennent l'inclinaison de l'axe ($30 - X_2$, $32 - X_1$) de l'outil ($22 - T_e$, $24 - T_1$) par rapport à l'axe (10) de la pièce (6, 8) dans des plans axiaux de la pièce, le sens d'inclinaison de l'outil respectif (i_1 , i_2) pour tailler chaque élément étant tel que la coupe est plus profonde dans la pièce
20 à l'extrémité interne qu'à l'extrémité externe, et l'utilisation de bords de coupe incurvés sur ledit outil pour tailler les dents de l'un au moins des éléments d'accouplement.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que pendant les étapes de coupe, les outils ($24 - T_1$) destinés à tailler un élément d'accouplement balaient des surfaces
25 sphériques convexes, tandis que les outils ($22 - T_2$) destinés à tailler l'autre élément de la paire balaient des surfaces sphériques concaves ajustées.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en
30 ce que pendant les étapes de coupe, l'outil destiné à tailler un élément d'accouplement présente des bords rectilignes et balaie des surfaces qui ont un rayon de courbure sensiblement infini dans le sens de la hauteur des dents.

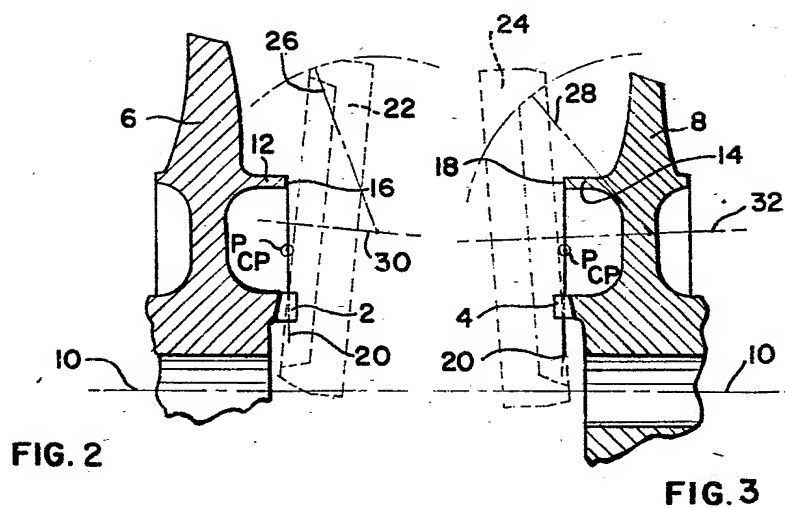
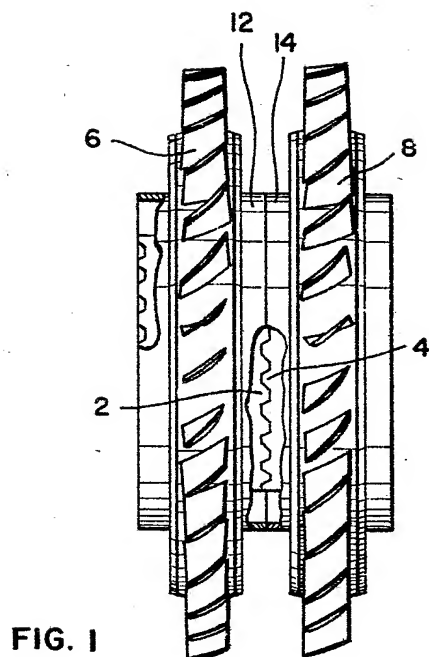
4. Accouplement à deux éléments dentés dont chacun
35 présente des dents dont les côtés opposés sont incurvés longitudinalement d'une extrémité à l'autre, les centres de cour-

bure dans le sens longitudinal des côtés opposés de chaque dent de chaque élément se trouvant respectivement sur les côtés opposés de la dent, chaque côté de chaque dent présentant également une courbure dans le sens de la profondeur, accou-
5 plement caractérisé en ce que les fonds de la denture de chaque élément sont concaves dans le sens longitudinal et en ce que les entre-dents de chaque élément sont plus profonds du côté interne que du côté externe.

5. Accouplement selon la revendication 4, caracté-
10 sé en ce que les surfaces ou flancs des dents sont des surfaces sphériques ajustées.

6. Accouplement selon la revendication 4, caracté-
sé en ce que les flancs des dents présentent un faible degré de désajustement.

15 7. Accouplement selon la revendication 4, caracté-
sé en ce que les dents d'un élément sont rectilignes dans le sens de la hauteur ou profondeur.



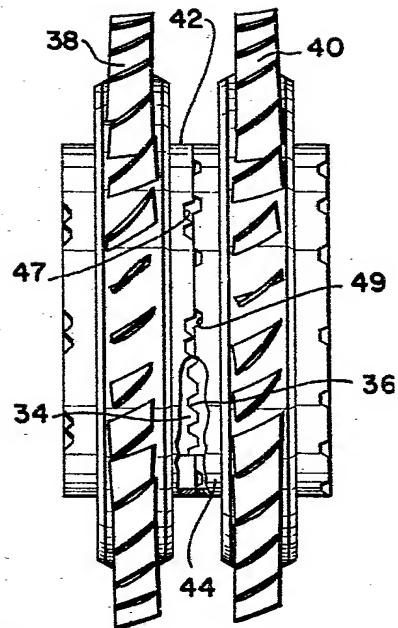


FIG. 4

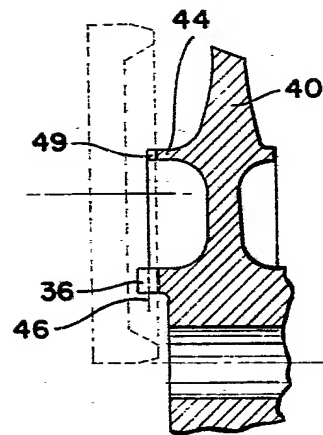


FIG. 5

DERWENT-ACC-NO: 1975-G7101W**DERWENT-WEEK:** 197533*COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD*

TITLE: Method of cutting turbine wheel teeth uses cutters inclined W.R.T. axes of wheels to form undercuts

PATENT-ASSIGNEE: GLEASON WKS[GLEA]**PRIORITY-DATA:** 1973US-399660 (September 21, 1973)**PATENT-FAMILY:**

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
---------------	-----------------	-----------------

FR 2244593 A	May 23, 1975	FR
--------------	--------------	----

DE 2445113 A	August 7, 1975	DE
--------------	----------------	----

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
DE 2445113A	N/A	1974DE-2445113	September 20, 1974

ABSTRACTED-PUB-NO: FR 2244593 A**BASIC-ABSTRACT:**

The method embodies alternate cutting and indexing phases, the resulting teeth (2, 4) being tapered in the radial sense (i.e. viewed in an axially parallel wheel section) with the greater depth towards the wheel axis (10) and having curved axially parallel faces. A surfacing type cutter (22, 24) is utilized, rotating autonomously to effect the cut, before and indexing

relatively opposed rotation of the workpiece wheel and the cutter about the wheel axis is effected; the cutter having curved cutting edges and operating on an axis (30) inclined to the wheel axis (10). Pref. two cutters (22, 24) with mating faces (2, 4) in tandem cut a spherically convex face on the one work piece tooth (2) face and a spherically concave face on the other (4).

TITLE-TERMS: METHOD CUT TURBINE WHEEL TOOTH
INCLINE AXIS FORM UNDERCUT

DERWENT-CLASS: P54 Q51 Q63